

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ СВЯЗИ В МНОГОМАСШТАБНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ МИКРООПТОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Фамилия И.О.

Научный руководитель: д.т.н., профессор, Фамилия И.О.

МГТУ им. Н.Э.Баумана, Москва, Россия

MULTIPHYSICS TRANSFORMATION IN MULTISCALE MODELLING OF MOEMS

Familia I.O.

Supervisor: Dr., Prof., Familia I.O.

MSTU, Moscow, Russia

Аннотация

В статье рассматриваются xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx. Подробно исследовано xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx. Кратко представлено xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx. В заключении даны рекомендации по xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx.

Die Inhaltsangabe (аннотация на любой иностранном языке)

In der Artikel erachtet sich die Übergang Methoden zwischen den Teilsystemen unterschiedlicher physikalischer Natur in der Mikro-Opto-Elektromechanischen Systeme. Ausführlich betrachtet sich die Methoden der Modellierung Teilsystemen unterschiedlicher physikalischer Natur. Kurz überblicken sich die Übergang Methoden zwischen den verschiedenen Subsystemen der physikalischen Natur der Anwendung von formalen Beschreibungssprache VHDL - AMS.

Введение

В настоящее время большое распространение получили микросистемы, сочетающие в себе различные физические эффекты. Разработка методов моделирования подсистем различной физической природы [1 – 5], а так же методов перехода между подсистемами различной физической природы, является одним из важнейших задач моделирования.

В докладе на примере микрооптоэлектромеханического акселерометра на основе интерферометра Фабри-Перо рассматривается моделирование подсистем различной физической природы, а так же методы перехода между ними с использованием языка формального описания VHDL-AMS.

Междисциплинарные связи между подсистемами различной физической природы

В микрооптоэлектромеханических системах [6] можно выделить три основные подсистемы: оптическую, механическую и электрическую.

В рамках исследований проводилось моделирование оптической, механической и управляющей подсистем. В докладе представлены результаты, полученные при моделировании этих подсистем.

Оптическая подсистема моделировалась в пакете MATLAB/Simulink. Данный пакет выбран, исходя из совместимости с языком VHDL-AMS.

VHDL это формальный язык описания цифровой аппаратуры. Расширение AMS позволяет описывать смешанные аналого-цифровые устройства. В [4, 7] приведены математические модели оптической подсистемы исследуемого микрооптоэлектромеханического акселерометра:

$$I = I_0 \frac{R_0 + F \sin \eta \left[R_1 \sin \eta - \frac{\rho_1 \tau_1 \tau_1'}{\rho_1'} \sin(\eta + 2\eta_0) \right]}{1 + F \sin^2 \eta} \quad (1)$$

$$\delta = \frac{4\pi}{\lambda} n t \cos \theta' \quad (2)$$

$$\tau_1 \tau_2' = \sqrt{T_1 T_2'} = T, \rho_1' \rho_2' = \sqrt{R_1' R_2'} = R \text{ и } \alpha_1' + \alpha_2' = \alpha \quad (3)$$

$$I = I_0 \frac{T_1 T_2'}{(1 - \rho_1' \rho_2') + 4 \rho_1' \rho_2' \sin^2(\frac{\alpha_1' + \alpha_2'}{2} + \delta)} \quad (4)$$

$$I = I_0 \frac{T^2}{(1 - R)^2 + 4R \sin^2(\frac{\alpha + \delta}{2})} \quad (5)$$

Выбранные модели были реализованы в специальном модуле в пакете MATLAB/Simulink, позволяющем рассчитывать параметры интерферометра. На основе разработанного программного обеспечения были получены зависимости чистоты отражения от коэффициента отражения зеркала (рис. 1), зависимость коэффициента контрастности от коэффициента отражения (рис. 2), а так же интенсивность излучения после прохождения интерферометра (рис. 3).

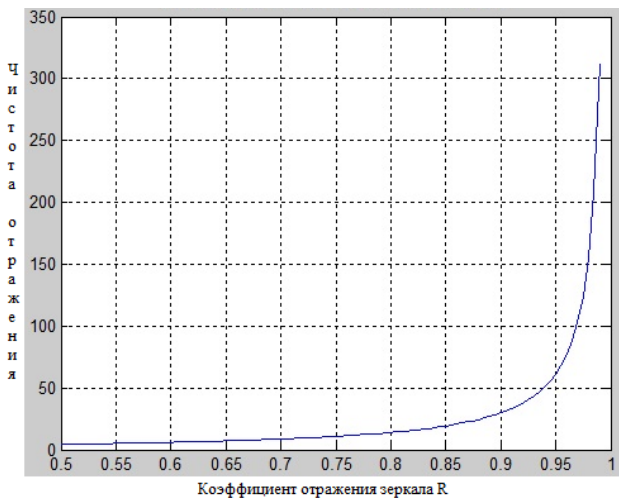


Рисунок 1 - Зависимость чистоты отражения от коэффициента отражения зеркала R

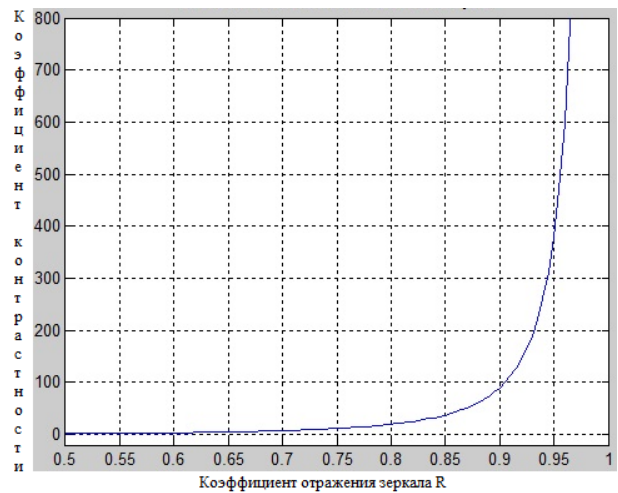


Рисунок 2 - Зависимость коэффициента контрастности от коэффициента отражения зеркала R

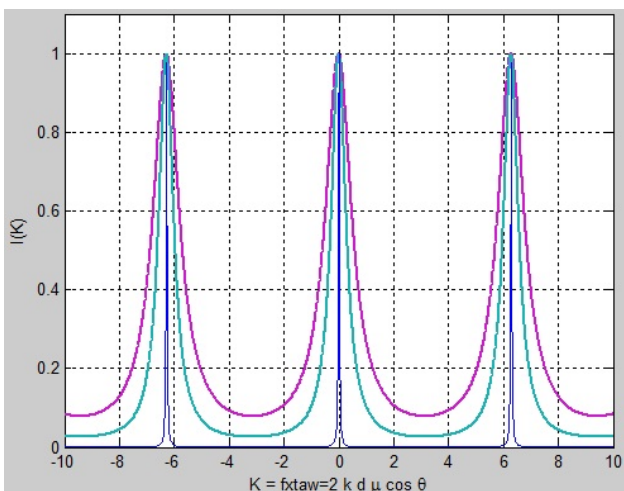


Рисунок 3 - Интенсивность излучения интерферометр после прохождения интерферометра

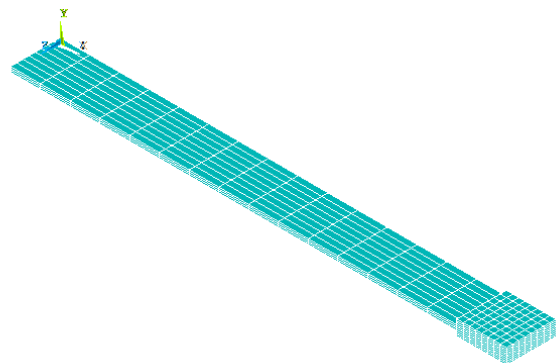


Рисунок 4 – Модель подвижной массы микрооптоэлектромеханического акселерометра

Моделирование механической подсистемы проводилось в программном комплексе ANSYS. В качестве объекта моделирования была выбрана подвижная масса микрооптоэлектромеханического акселерометра. На рисунке 4 представлена модель подвижной массы, созданная в программном комплексе ANSYS. Данный программный комплекс для решения использует метод конечных элементов [5]. При моделировании использовалась эквивалентная модель подвижной массы. Входящая в состав программного комплекса утилита ROMTool позволяет представить созданный объект в виде описания на языке VHDL-AMS.

Для осуществления контроля микрооптоэлектромеханического акселерометра необходима управляющая подсистема. В ее функции входит контроль параметров микрооптоэлектромеханического акселерометра, а так же снятие, преобразование и вывод сигнала. Подсистема представляет собой матрицу светочувствительных диодов, подключенную к усилителю, а затем к модулю сбора, преобразования и вывода информации. Данная система также описывается на языке VHDL-AMS при помощи программного продукта SMASH (рис.5).

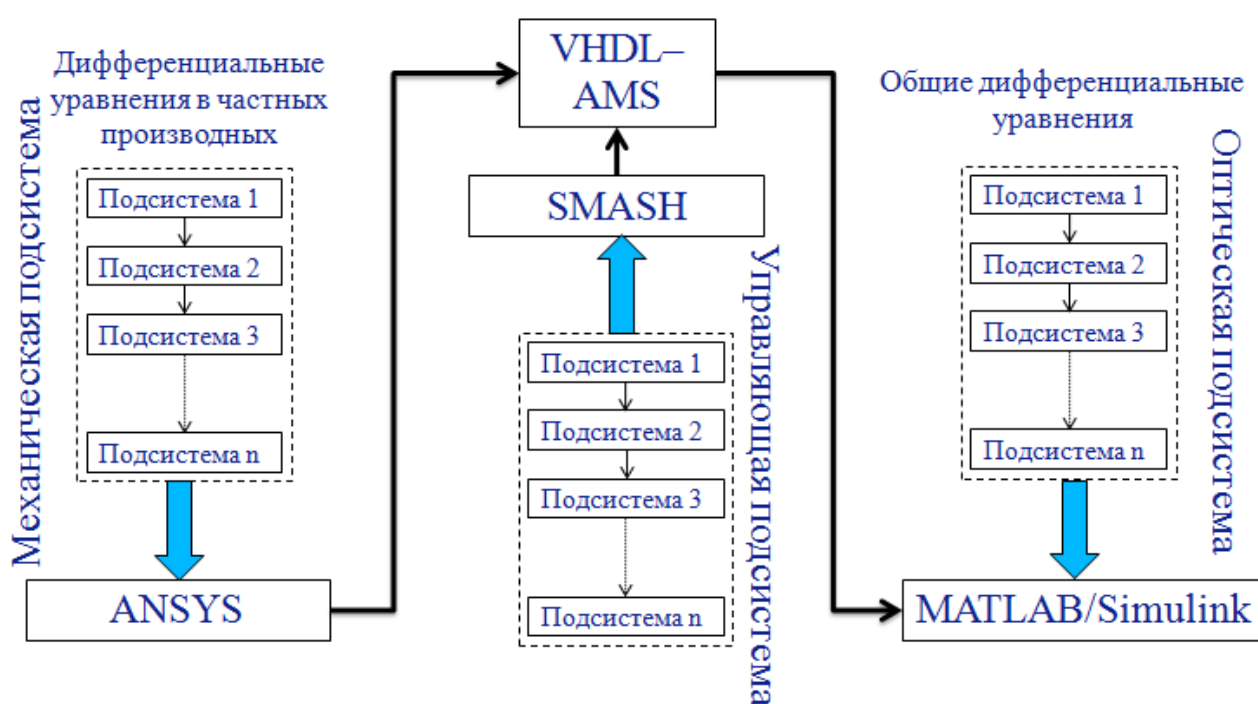


Рисунок 5 – Методы перехода между оптической, механической и управляющей подсистемами

Методы перехода между оптической, механической и управляющей подсистемами, с учетом иерархического подхода, приведены на рисунке 5.

Заключение

Разработка методов переходов между подсистемами различной физической природы, выявление достоинств и недостатков этих методов, а так же их применение для решения практических задач имеет большое значение при проектировании микрооптоэлектромеханических систем.

Преимуществом использования языка VHDL-AMS является его универсальность, возможность описания смешанных аналого-цифровых систем, а так же поддержка многими программными пакетами, используемыми при моделировании микрооптоэлектромеханических систем.

Литература

1. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. — М: Наука, 1997. — 320 с.
2. Введение в математическое моделирование. Учебное пособие. Под ред. П. В. Трусова. — М.: Логос, 2004.
3. Мышкис А. Д., Элементы теории математических моделей. — 3-е изд., испр. — М.: КомКнига, 2007.
4. Косолапов И.А. Моделирование микроакселерометра на основе интерферометра Фабри-Перов САПР ANSYS, 9 молодежная международная научно-техническая конференция «Научное развитие технологий и интеллектуальные системы». — М.: МГТУ, 2009. — С.108-111.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (грант 10-07-XXXXXX-а).